



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: **2009110586/28**, **23.03.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**23.03.2009**

(45) Опубликовано: **20.09.2010** Бюл. № **26**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 2310889 C1**, **20.11.2007**. **RU 2288485**  
**C1**, **27.11.2006**. **WO 2004106984 A2**,  
**09.12.2004**. **US 4947465 A**, **07.08.1990**.

Адрес для переписки:  
**620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, "УГТУ-УПИ", Центр интеллектуальной собственности", Т.В. Маркс**

(72) Автор(ы):

**Мильман Игорь Игоревич (RU),  
Кружалов Александр Васильевич (RU),  
Литовченко Евгений Николаевич (RU),  
Моисейкин Евгений Витальевич (RU),  
Ревков Иван Григорьевич (RU),  
Соловьев Сергей Васильевич (RU),  
Сюрдо Александр Иванович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

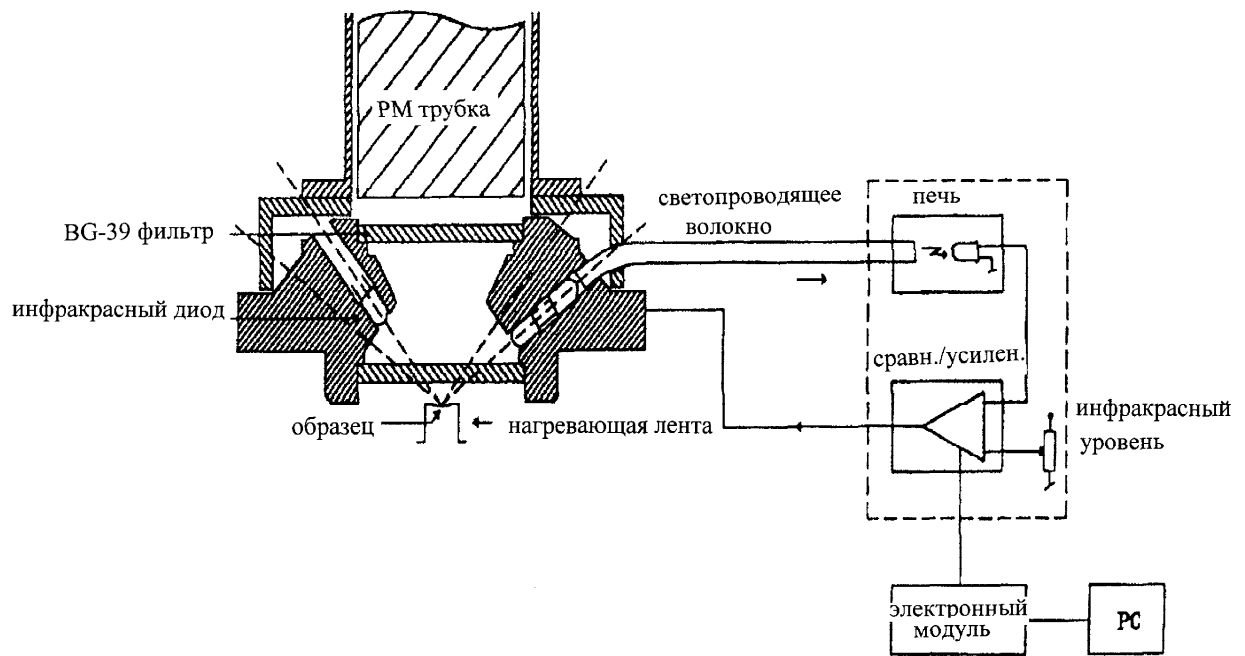
**Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет-УПИ имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина"  
(RU)**

**(54) СПОСОБ ВОЗБУЖДЕНИЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ОПТИЧЕСКИ  
СТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ  
ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам возбуждения дозиметрического сигнала в оптически стимулированной люминесцентной дозиметрии ионизирующих излучений и может быть использовано для повышения надежности, точности и достоверности метода и проводимых с его помощью измерений. Способ возбуждения дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции детекторов ионизирующих излучений на основе оксида алюминия, включающий помещение детектора в светонепроницаемый корпус между расположенным в нем источником оптической

стимуляции, выполненным в виде светоизлучающего диода, и разделительным оптическим фильтром на расстоянии 1-2 мм от их поверхностей, при этом стимуляцию осуществляют в течение 30-50 с излучением светоизлучающего диода с непрерывным спектром в диапазоне 450-900 нм. Технический результат - сокращение времени считывания, повышение чувствительности, точности, надежности и достоверности измерений доз, а также эффективное опустошение дозиметрических ловушек в детекторах ТЛД-500К перед их применением в ТЛД дозиметрии, заменяющее термообработку детекторов. 8 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*G01T 1/10* (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2009110586/28**, **23.03.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**23.03.2009**

(45) Date of publication: **20.09.2010 Bull. 26**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, "UGTU-  
UPI", Tsentr intellektual'noj sobstvennosti",  
T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Mil'man Igor' Igorevich (RU),  
Kruzhalov Aleksandr Vasil'evich (RU),  
Litovchenko Evgenij Nikolaevich (RU),  
Moisejkin Evgenij Vital'evich (RU),  
Revkov Ivan Grigor'evich (RU),  
Solov'ev Sergej Vasil'evich (RU),  
Sjurdo Aleksandr Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovaniya  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet-UI imeni pervogo Prezidenta Rossii  
B.N. El'tsina" (RU)**

## (54) METHOD OF EXCITING DOSIMETRIC SIGNAL OF OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE OF IONISING RADIATION DETECTORS BASED ON ALUMINIUM OXIDE

(57) Abstract:

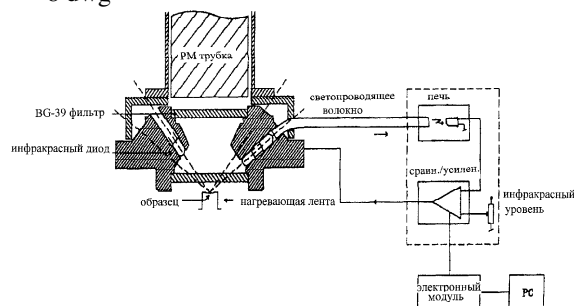
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention can be used to increase reliability and accuracy of a method and measurements taken using said method. The method of exciting a dosimetric signal of optically stimulated luminescence of ionising radiation detectors based on aluminium oxide involves putting a detector into an opaque housing between a optical stimulation source made in form of a light-emitting diode and a dividing optical filter at a distance of 1-2 mm from their surfaces inside the said housing. Stimulation is carried out in 30-50 seconds using radiation from the light-emitting diode with a continuous spectrum in the 450-900 nm range.

EFFECT: shorter reading time, high sensitivity,

accuracy and reliability of measuring doses, and effective destruction of dosimetric traps in TLD-500K detectors before their use in thermoluminescent dosimetry which replaces thermal treatment of detectors.

8 dwg



Фиг.1

Предложенное изобретение относится к способам для измерения дозиметрического сигнала в оптически стимулированной люминесцентной дозиметрии ионизирующих излучений и может быть использовано для повышения надежности, точности и достоверности проводимых с его помощью измерений. Задачей изобретения является сокращение времени измерения сигнала оптически стимулированной люминесценции, повышение точности, надежности и достоверности измерений доз за счет увеличения эффективности оптической стимуляции.

В последние годы оптически стимулированная люминесценция (ОСЛ) становится все более популярным методом регистрации ионизирующих излучений в области науки, техники, медицины и космических исследований. Физические и аппаратурные аспекты ОСЛ активно развиваются в ведущих дозиметрических лабораториях мира (T.Hashimoto, T.Nakagawa, D-G. Hong and M.Takano. An Automated Sistem for Red/Blue Thermoluminescence and Optically Stimulated Luminescence Measurement. Journ. of Nuclear Science and Tecnology, Vol.39, No1. pp.108-109 (2002); L.Botter-Jensen, S.W.S.McKeever A.G.Wintle. Optically Stimulated Luminescence Dosimetry. Elsevier Science B.V. 355 - P, (2003); N.J.M. Le Masson. Development of Optically Stimulated Luminescent Materials for Personal Fast Neutron Dosimetry. Delft University Press. 168 - P, (2003); G.O.Sawakuchi, E.G.Yukihara, S.W.S.McKeever, E.R.Benton. Overlap of Heavy Charged Particle Tracks and the Change in Shape of Optically Stimulated Luminescence Curves of  $Al_2O_3:C$  Dosimeters. Radiation Measurements. 43, pp.194-198 (2008); J.M.Edmund, C.E.Andersen, S.Greulich, G.O.Sawakuchi, E.G.Yukihara, M.Jain, W.Hajdas, S.Matsson. Optically Stimulated Luminescence from  $Al_2O_3: C$  Irradiated with 10-60 MeV protons. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. Vol.580, N 1, 21, pp.210-213 (2007); S.D.Miller, L.E.Smith, J.R.Skorpic. Apparatus and methods for OSL-based, remote radiation monitoring and spectrometry. USA Patent 7009181, 03.07.2006; M.Akselrod, C.R.Yoder, G.Akselrod. Detection of Neutrons and heavy charged particles. USA Patent 7141804, 11.28.2006).

В качестве основных преимуществ ОСЛ дозиметрии при сравнении ее с традиционной термолюминесцентной (ТЛ) считают отсутствие необходимости нагрева детекторов и связанных с ним проблем: обеспечение разнообразных и воспроизводимых законов изменения температуры, термическое тушение люминесценции, приводящее к зависимости выхода ТЛ от скорости нагрева, тепловое излучение нагретых элементов блока детектирования.

В современной отечественной и зарубежной практике ОСЛ-дозиметрии преобладающее распространение получили детекторы на основе анион-дефектных кристаллов  $\alpha-Al_2O_3$ . Детекторы разработаны для использования в термолюминесцентной дозиметрии и имеют коммерческое обозначение ТЛД-500К (ТУ 2655-006-02069208-95; Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования. Методические указания МУ 2.6.1.25-2000. Москва, 2000, с.50; Dosimeter Materials, Harshow TLD Model 8800, Bicron Ne, рекламный проспект), но благодаря своим уникальным свойствам оказались максимально приемлемыми и в новом применении.

В основе метода ОСЛ-дозиметрии лежит оптическая ионизация (стимуляция) уровней захвата носителей заряда, заполненных при облучении ионизирующей радиацией, и регистрация люминесценции, обусловленной рекомбинацией освобожденных носителей на центрах люминесценции. Выход ОСЛ оказывается пропорциональным поглощенной дозе излучения, интенсивности и длине волны стимулирующего света.

Таким образом, эффективность оптической стимуляции, включающая

формирование светового потока на поверхности облученного ионизирующим излучением детектора с максимальной интенсивностью и оптимальной длиной волны, является определяющим фактором для повышения точности, надежности, достоверности и сокращения времени проводимых измерений дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции.

Из уровня техники известны способы возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ, обобщенные в литературных источниках, приведенных выше. В них в качестве источников света используются лампы накаливания, галогенные, ксеноновые или ртутные лампы. Наибольшее распространение для этой цели получило излучение лазеров и полупроводниковых светоизлучающих диодов. Такие источники стимуляции компактны и обеспечивают необходимую интенсивность светового потока.

Отделение сигнала ОСЛ от возбуждающего производят с помощью селективных оптических фильтров или временной селекции с применением импульсного возбуждения, при котором сигнал ОСЛ регистрируется во временных интервалах между возбуждающими импульсами света (McKeever et. al. USA Patent №5892234. Apr. 6, 1999). В качестве приемника сигнала ОСЛ используют фотоэлектронные умножители.

На фиг.1, 2 и 3 приведены типичные способы измерения ОСЛ. Как видно из этих чертежей в качестве источников стимулирующего света используют ксеноновые или ртутные лампы (фиг.2) или светоизлучающие диоды (фиг.1 и 3). В способе возбуждения сигнала ОСЛ, схематически изображенном на фиг.3 (S.Y.Lee, K.J.Lee. Development of a Personal Dosimetry System Based on Optically Stimulated Luminescence of  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  for Mixed Radiation Fields. Applied Radiation and Isotopes. 54 (2001), pp.675-685), в качестве детектора ионизирующих излучений используется анион-дефектный корунд  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  (разработан в России и известен в иностранной и отечественной литературе как  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  TLD-500K), возбуждение ОСЛ осуществлялось 28 светоизлучающими диодами ( $\lambda=470$  нм,  $\Delta\lambda=30$  нм,  $I_{\text{max}}=1800$  мкд), расположенными по окружностям в два ряда по 14 диодов в каждом.

В ОСЛ дозиметрической системе, разработанной в США на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  для использования в радиационной онкологии и аварийной дозиметрии (S.D.Miller, M.K.Murphy et. al. Technical Performance of the luxel  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  optically stimulated luminescence dosimeter element at radiation oncology and nuclear accident dose levels. Radiation Protection Dosimetry (2006), N 12, pp.1-8), для возбуждения люминесцентного сигнала используется кластер из 20 светоизлучающих диодов. Особенностью этого способа возбуждения сигнала ОСЛ является то, что стимуляция производится зеленым светом с длиной волны 515 нм. В качестве источника стимулирующего света, наряду со светоизлучающими диодами, используют 532 нм излучение второй гармоники Nd:YAG или 514 нм линию аргон-ионного лазера.

В недавно разработанной дозиметрической системе с использованием детектора  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  предусмотрена возможность использовать для раздельного возбуждения ОСЛ излучениями сборок светоизлучающих диодов с длинами волн 470 или 530 нм (M.S.Kulkarni, D.R.Mishra, D.N.Sharma. A versatile integrated system for thermoluminescence and optically stimulated luminescence measurements. Nucl. Instr. and Meth. In Phys. Res. B (2007), doi:10.1016/j.nimb.2007.05.013; G.O.Sawakuchi et. al. Overlap of heavy charged particle tracks and the change in shape of optically stimulated luminescence curves of  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  dosimeters. Radiat. Meas. 43 (2008) 194-198).

Для возбуждения ОСЛ в лабораторных и промышленных дозиметрических системах, помимо голубого (470 нм) или зеленого света (530 нм), применяют светоизлучающие диоды инфракрасного диапазона длин волн (890 нм в пике эмиссии)

(T.Hashimoto et. al. An Automated system for both red/blue thermoluminescence and optically stimulated luminescence measurement. J. of Nucl. Science and Thecnology, Vol.39, N 1, p.108-109, 2002; L.Botter-Jensen. Development of Optically Stimulated Luminescence Techniques using Natural Minerals and Ceramics, and their Application to Retrospective Dosimetry. Riso National Laboratory, Roskilde. Riso-R-1211 (EN) 2000).

Анализ примеров и литературных источников, приведенных в их описании, показывает, что при выборе способа возбуждения ОСЛ предпочтение отдается светоизлучающим диодным источникам с длинами волн 470, 530 и 890 нм. Такие источники стабильны, компактны, легко управляемы и способны создавать необходимую мощность излучения. Недостатком применения описанных способов является то, что возбуждение ОСЛ с помощью светоизлучающих диодов осуществляется только на одной из фиксированных длин волн, определяемой типом диода.

Другим недостатком известных способов является то, что стимулирующее излучение падает на поверхность детектора, обращенную в сторону фотоприемника под углом 50-60°, из-за чего детектор удален от входного окна фотоприемника на расстояние не менее 40-50 мм. Поскольку интенсивность ОСЛ прямо связана с интенсивностью стимулирующего света и влияет на чувствительность всей системы, для компенсации потерь в интенсивности стимулирующего излучения за счет наклонного падения и отражения части светового потока от поверхности детектора увеличивают мощность источника стимулирующего света, например, путем использования в системе стимуляции нескольких десятков светоизлучающих диодов.

Последний из перечисленных недостатков устраняется в наиболее близком по технической сущности и достигаемому результату способе возбуждения ОСЛ, принятом за прототип, используемом в устройстве блока измерения ОСЛ (патент РФ №2310889 от 20.11.2007 «Устройство для измерения дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции». Авторы: И.И.Мильман, С.В.Никифоров и др.). Положительный эффект достигается путем того, что детектор располагается между источником стимуляции и разделительным оптическим фильтром с фотоприемником на расстоянии 1-2 мм. Однако источником стимуляции, как и в описанных выше аналогах, в способе, принятом за прототип, является светоизлучающий диод с длиной волны 470 нм.

Из приведенных выше примеров следует, что известные способы возбуждения накопленного дозиметрического сигнала ОСЛ используют монохроматические излучения диодных или лазерных источников, а для повышения надежности, точности и достоверности проведения измерений увеличивают их мощность в узком спектральном диапазоне.

Общим для всех известных способов (аналогов и прототипа) является то, что ни один из них не рассматривает возможность расширения спектрального состава оптической стимуляции люминесценции с сохранением мощности стимулирующего излучения одновременно в нескольких спектральных диапазонах для увеличения скорости и полноты опустошения дозиметрических ловушек с целью улучшения за счет этого таких параметров ОСЛ дозиметрической системы, как сокращение времени считывания информации и увеличение чувствительности.

В основу изобретения положена задача расширения спектрального состава оптической стимуляции люминесценции с сохранением высокой мощности стимулирующего излучения, характерной для светоизлучающих диодов, одновременно в нескольких перекрывающихся спектральных диапазонах для увеличения скорости и

полноты опустошения дозиметрических ловушек и улучшения за счет этого параметров ОСЛ дозиметрической системы в целом.

Решение поставленной технической задачи достигается тем, что:

1. Детектор ионизирующих излучений располагают между источником оптической стимуляции и разделительным оптическим фильтром на расстоянии 1- 2 мм от их поверхностей.

2. Стимуляцию ОСЛ осуществляют светом белого цвета, полученным смешиванием красного, зеленого и голубого цветов.

3. Для несоизмеримо большего срока службы и снижения потребляемой мощности по сравнению с известными источниками белого света в качестве источника стимуляции применяют светоизлучающий белый цвет диод.

Сущность предлагаемого изобретения основана на зависимости выхода ОСЛ от длины волны стимулирующего света, установленной для детекторов на основе на

основе  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$  (В.С.Кортов, И.И.Мильман, Е.В.Моисейкин, С.В.Никифоров. Оптически индуцированные эффекты в термолюминесценции дозиметрических кристаллов анион-дефектного корунда. ЖПС, т.71, №2, с.227-230 (2004); L.Botter-

Jensen. Development of Optically Stimulated Luminescence Techniques using Natural Minerals and Ceramics, and their Application to Retrospective Dosimetry. Riso National Laboratory, Roskilde. Riso-R-1211 (EN) 2000), приведенной на фиг.5, кривая 1. Видно, что

максимальный выход ОСЛ достигается при стимуляции оптическим излучением с длиной волны около 470 нм, с ростом длины волны выход ОСЛ плавно снижается, оставаясь измеряемым вплоть до инфракрасного диапазона длин волн. В

соответствии с зависимостью выхода ОСЛ от длины волны стимулирующего света в способах возбуждения ОСЛ, описанных в аналогах и прототипе, выбраны диапазоны стимулирующего света, схематично изображенные на фиг.5 кривыми 2, 3 и 4. Видно из этих кривых, что для достижения максимальной эффективности возбуждения ОСЛ, как правило, используют голубое ( $\approx 470$  нм) или зеленое ( $\approx 530$  нм) свечение. Другой особенностью используемых для возбуждения ОСЛ источников, описанных в аналогах и прототипе, светоизлучающих диодов и лазеров, является то, что все они генерируют излучение в очень узких спектральных диапазонах, не превышающих 20-30 нм.

Вид спектральной зависимости выхода ОСЛ (фиг.5, кривая 1) обусловлен распределением по энергии оптически активных ловушек носителей заряда в зоне проводимости кристалла  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ . Оптическая глубина залегания этих ловушек простирается от 1,4 (425 нм) до 3 (900 нм) эВ. Каждая ловушка обладает своим сечением ионизации, то есть спектральной чувствительностью к стимулирующему свету. Таким образом, для каждой ловушки существует свой оптимальный диапазон длин волн, при котором ее опустошение происходит с наибольшей скоростью и полнотой. При несовпадении энергии стимулирующего кванта с оптической глубиной залегания ловушки опустошения происходит за более длительный период стимуляции и требует значительно большей интенсивности стимулирующего света.

В способах, принятых за аналоги и прототипе, используются узкополосные источники стимулирующего света (кривые 2, 3 и 4, фиг.5) и, следовательно, оптимальные условия для ионизации создаются лишь для сравнительно небольшого количества ловушек из их общего распределения. По этой причине способы возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ, принятые за аналоги и прототип, не позволяют существенно сократить время считывания за счет снижения времени стимуляции и повысить чувствительность за счет полноты опустошения большего

количества ОСЛ активных ловушек.

Суть предлагаемого способа иллюстрируется данными, представленными на фиг.6. Здесь приведена спектральная зависимость выхода ОСЛ детекторов на основе кристаллов  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  (кривая 1, как и на фиг.5) и вид спектра возбуждения ОСЛ (кривая 2, фиг.6). Сравнение видов спектров возбуждения фиг.5 (аналоги и прототип) и фиг.6 (предлагаемый в изобретении) показывает их принципиальное различие. В первом случае он дискретный, во втором - непрерывный, близкий по форме со спектральной зависимостью выхода ОСЛ для детекторов на основе кристаллов  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  (кривая 1, фиг.5 и 6).

Таким образом, в предлагаемом способе возбуждения ОСЛ за счет сплошного спектра возбуждения резонансные условия для освобождения захваченных при облучении носителей заряда с последующей их рекомбинацией, сопровождающейся люминесценцией, создаются для гораздо большего числа ловушек, чем при возбуждении ОСЛ в узком спектральном диапазоне. Это позволит существенно сократить время считывания, повысить чувствительность проводимых измерений, упростить конструкцию блока детектирования ОСЛ.

Для практической реализации предлагаемого способа возбуждения ОСЛ использовались образцы стандартных детекторов ТЛД-500К, разработанные в УГТУ-УПИ для термолюминесцентной дозиметрии (ТУ 2655-006-02069208-95), цилиндрической формы высотой 1 и диаметром 5 мм.

Измерения проводились с помощью устройства для регистрации ОСЛ фиг.4 (патент РФ №2310889 от 20.11.2007 «Устройство для измерения дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции». Авторы: И.И.Мильман, С.В.Никифоров и др.).

ОСЛ детектировалась фотоэлектронным умножителем типа ФЭУ-142, максимум спектральной чувствительности которого близок к спектральному составу люминесценции детекторов ТЛД-500К (330-420 нм).

Для отделения стимулирующего света от излучения люминесценции между детектором и ФЭУ устанавливался стандартный стеклянный оптический фильтр УФС-2.

Источником оптической стимуляции служил светоизлучающий диод КА-1010PW9AZC фирмы Kingbright (основа -  $\text{InGaN}$ ; цвет свечения - белый; интенсивность светового потока - 10 кд; световой поток - 30 лм). Угловое распределение излучения диода составляло  $120^\circ$ . Выбранная геометрия стимуляции позволяла сконцентрировать весь поток стимулирующего света в плоскости детектора, обращенной в сторону источника стимулирующего света. Спектр оптического излучения выбранного источника, измеренный с помощью монохроматора МСД-1, снабженного фотоприемником ФЭУ-106, приведен на фиг.5, кривая 2.

Для настройки тракта регистрации применялся радиоизотопный эталон яркости типа ЭЯ-1 с длиной волны излучения 420 нм. Облучение детекторов производилось  $\beta$ -излучением  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  источника, обеспечивающим мощность дозы в месте расположения образца 32 мГр/мин.

Полнота опустошения ОСЛ - оптически активных ловушек при стимуляции по предлагаемому способу - определялась по «остаточной» термолюминесценции (ТЛ), поскольку в обоих этих процессах участвуют одни и те же ловушки. В первом случае они опустошаются под воздействием света, во втором - температуры.

Параметры ОСЛ и ТЛ (интенсивность в пике или площадь под кривой затухания), полученные по предлагаемому способу возбуждения, сравнивались с аналогичными



при возбуждении монохроматическим стимулирующим светом, используемым в аналогах и прототипе. Для проведения такого сравнения интенсивность 470 нм компоненты в белом свете выравнивалась с интенсивностью монохроматического излучения светоизлучающего диода той же длины волны с помощью питающего напряжения. В этом случае все отличия в параметрах ОСЛ и ТЛ могут быть корректно отнесены к различиям в спектрах возбуждения, используемых в предлагаемом способе, его аналогах и прототипе.

Экспериментальная проверка предлагаемого способа возбуждения ОСЛ показала, что детекторы, облученные разными дозами  $\beta$ -излучения, при воздействии стимулирующего света с полосой длин волн 450-900 нм люминесцируют в полосе 420 нм с затуханием во времени по закону, близкому к экспоненциальному, с постоянной времени около 10 сек. Для способа возбуждения, принятого за прототип, эта величина составляла около 70 сек. Выход ОСЛ и связанная с ним доза облучения рассчитывались по максимуму сигнала в начальный момент времени или интегрированием кривых затухания за 30 с, учитывая, что стимуляцию осуществляют в течение 30-50 с излучением светоизлучающего диода с непрерывным спектром в диапазоне 450-900 нм.

Измерение «остаточной» ТЛ после предварительного обесцвечивания экспонированного детектора излучением в полосе длин волн 425-900 нм показало, что эффективность опустошения дозиметрических ловушек в 3 раза выше, чем при обесцвечивании узкополосным светом при прочих равных условиях.

Результаты практической реализации предлагаемого способа возбуждения дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции детекторов ионизирующих излучений ТЛД-500К на основе анион-дефектных монокристаллов  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  иллюстрируются представленными ниже фигурами. На фиг.7 приведена кривая затухания дозиметрического сигнала образцов детекторов ТЛД-500К, полученная при стимуляции ОСЛ по предлагаемому способу, а на фиг.8 по способу, принятому за прототип. В этих измерениях детекторы облучались и измерялись в одинаковых условиях. Результаты сравнения данных фиг.7 и 8 показывают преимущества предлагаемого метода возбуждения ОСЛ перед описанными в аналогах и прототипе. Главные из этих преимуществ перечисляются ниже.

1. Более чем 30-кратное увеличение амплитуды сигнала.
2. Приблизительно 6-кратное сокращение времени стимуляции и, соответственно, времени считывания дозиметрической информации.

Приведенные выше количественные показатели положительного эффекта при использовании предлагаемого способа возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ позволяют повысить надежность, точность и достоверность проведения измерений по сравнению со способами, описанными в аналогах, и способом, принятым за прототип.

Дополнительный эффект, связанный со скоростью и полнотой опустошения дозиметрических ловушек, обнаруженный при разработке предлагаемого способа, может быть полезным в ТЛД дозиметрии с применением детекторов ТЛД-500К. Поскольку, как можно считать в первом приближении, оба явления ОСЛ и ТЛ связаны с одними и теми же ловушками, а отличаются только способами их опустошения, при подготовке ТЛ детекторов к экспозициям их «обнуление» можно производить не нагревом, что сокращает их ресурс и изменяет чувствительность, а оптическим излучением, описанным в предлагаемом изобретении возбуждения ОСЛ. Экспериментальная проверка показала полное отсутствие ТЛ сигнала в облученных детекторах ТЛД-500К после обработки в режиме предлагаемого способа возбуждения

ОСЛ.

Фиг.1. Способ возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ узким спектром инфракрасного излучения светоизлучающих диодов. Система оптической стимуляции вынесена за пределы светонепроницаемого корпуса, поток стимулирующего света переносится к детектору линзовой оптикой и направлен под углом поверхности детектора, обращенной в сторону разделительного оптического фильтра и фотоприемника.

Фиг.2. Способ возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ линейчатым спектром излучения ртутной или ксеноновой лампы. Система оптической стимуляции вынесена за пределы светонепроницаемого корпуса, поток стимулирующего света переносится к детектору с помощью световода, линзовой оптикой и направлен под углом поверхности детектора, обращенной в сторону разделительного оптического фильтра и фотоприемника.

Фиг.3. Способ возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ узким спектром излучения сборки (несколько десятков единиц) светоизлучающих диодов синего или зеленого диапазонов длин волн. Система оптической стимуляции размещена в светонепроницаемом корпусе, поток стимулирующего света переносится к детектору с помощью линзовой оптики, направлен под углом к поверхности детектора, противоположной к обращенной в сторону разделительного оптического фильтра и фотоприемника.

Фиг.4. Способ возбуждения дозиметрического сигнала ОСЛ узким спектром излучения одного светоизлучающего диода синего (470 нм,  $\Delta\lambda=30$  нм) диапазона длин волн, принятый за прототип. Система оптической стимуляции размещена в светонепроницаемом корпусе (1). Диод (3) снабжен призмой Френеля (6), его излучение направлено под прямым углом к поверхности детектора (2), противоположной по отношению к поверхности детектора, обращенной в сторону разделительного оптического фильтра (5) и фотоприемника (4).

Фиг.5. Спектр возбуждения ОСЛ детекторов ТЛД-500К на основе кристаллов анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  (1). Спектральные характеристики возбуждения ОСЛ в способах, принятых за аналоги и прототип (2, 3 и 4).

Фиг.6. Спектр возбуждения ОСЛ детекторов ТЛД-500К на основе кристаллов анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  (1). Спектральная характеристика возбуждения ОСЛ в предлагаемом изобретении (2).

Фиг.7. ОСЛ дозиметрический сигнал детекторов ТЛД-500К, полученный при стимуляции по предлагаемому способу. Суммарное число импульсов, полученное интегрированием кривой затухания ОСЛ за 40 с, 790164.

Фиг.8. ОСЛ дозиметрический сигнал детекторов ТЛД-500К, полученный при стимуляции по способу, принятому за прототип. Суммарное число импульсов, полученное интегрированием кривой затухания ОСЛ за 300 с, 292483.

#### Формула изобретения

Способ возбуждения дозиметрического сигнала оптически стимулированной люминесценции детекторов ионизирующих излучений на основе оксида алюминия, включающий помещение детектора в светонепроницаемый корпус между расположенным в нем источником оптической стимуляции, выполненным в виде светоизлучающего диода, и разделительным оптическим фильтром на расстоянии 1-2 мм от их поверхностей, отличающийся тем, что стимуляцию осуществляют в течение 30-50 с излучением светоизлучающего диода с непрерывным спектром в

диапазоне 450-900 нм.

5

10

15

20

25

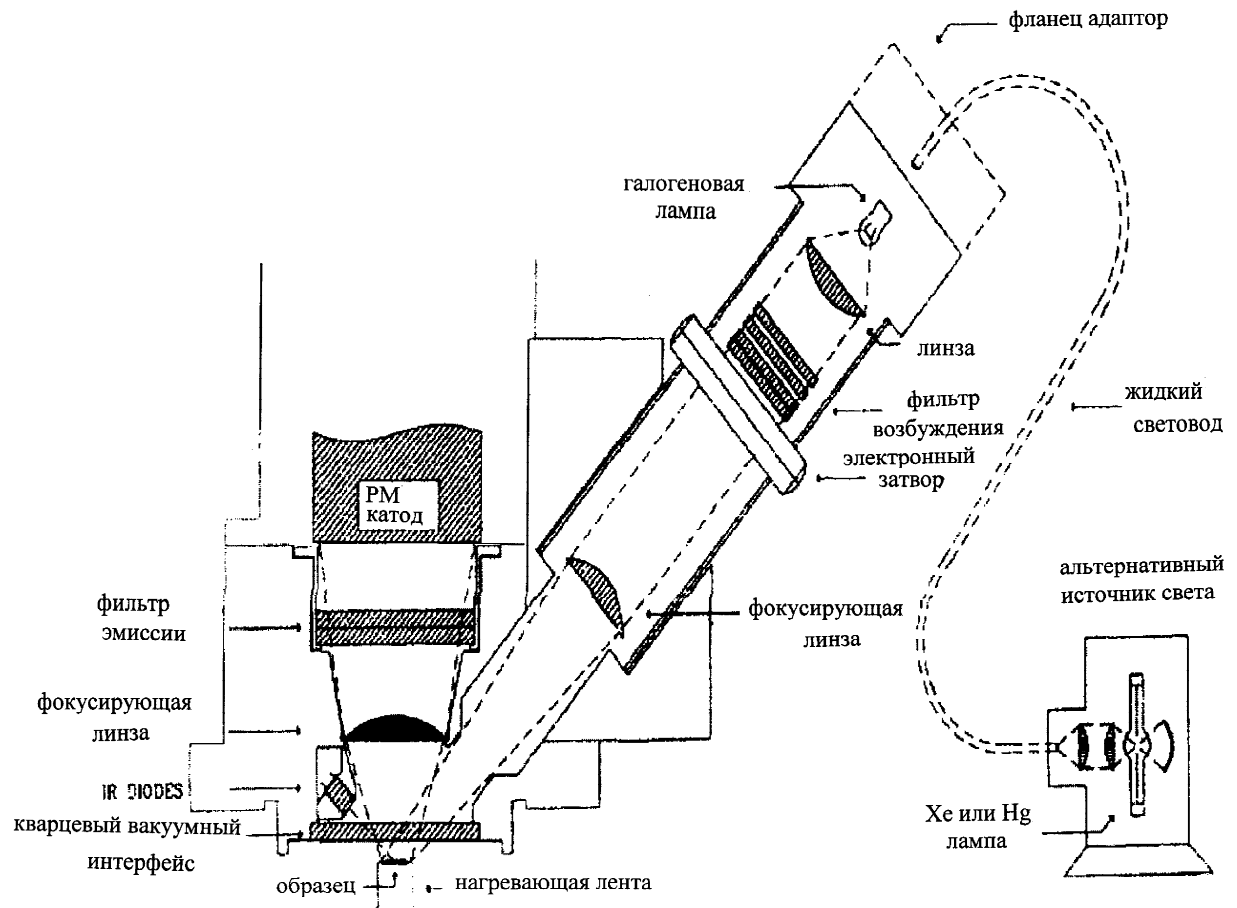
30

35

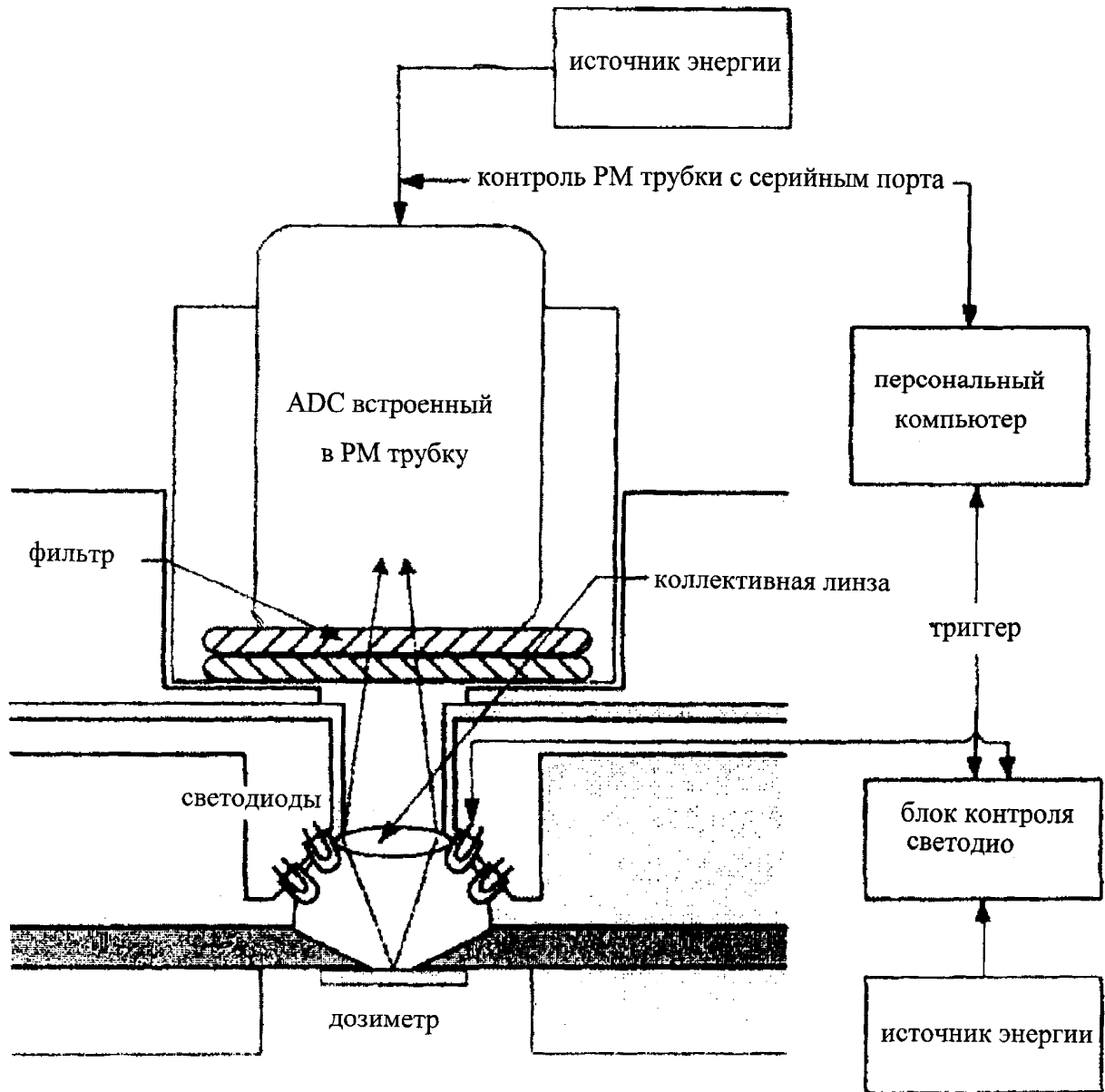
40

45

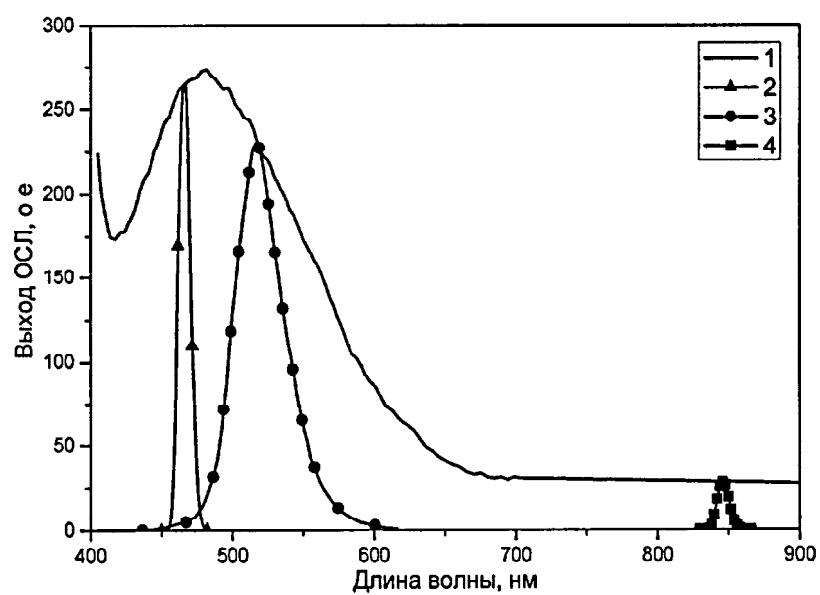
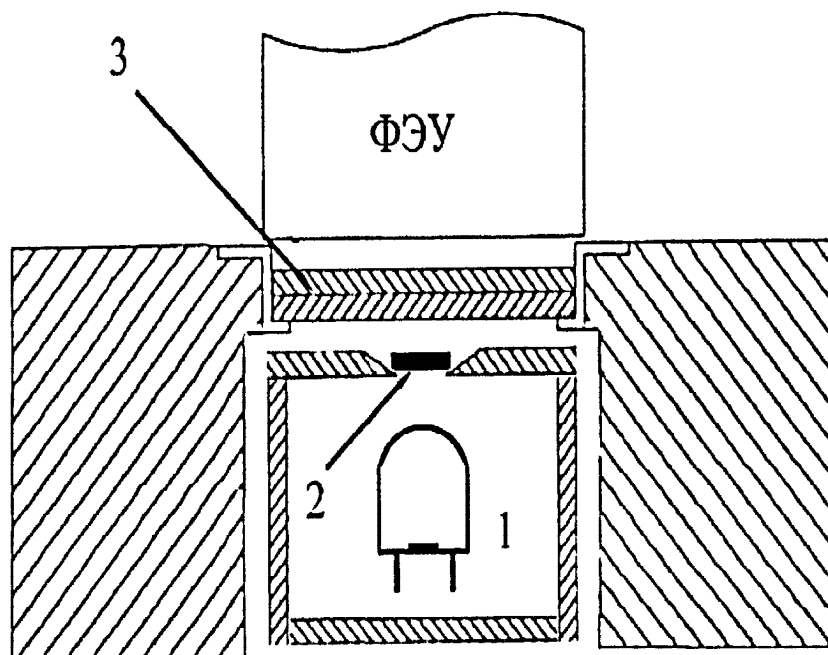
50



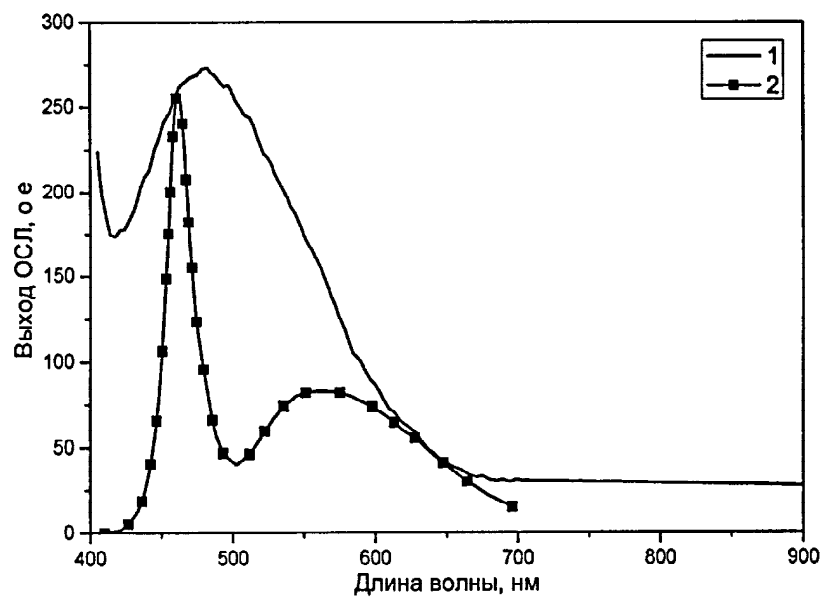
Фиг.2



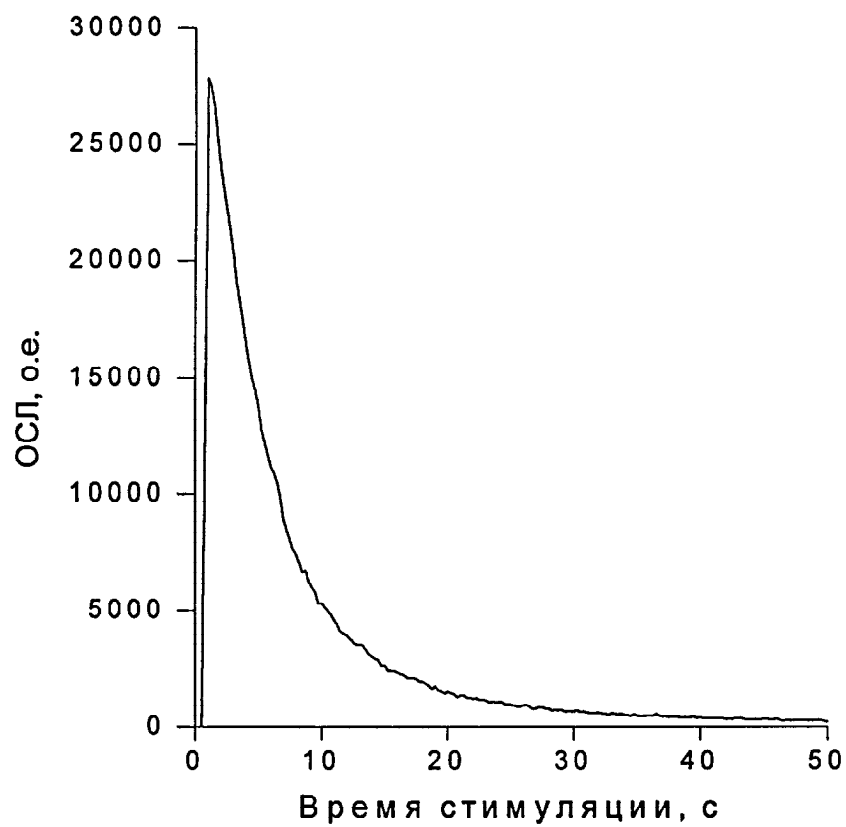
Фиг.3



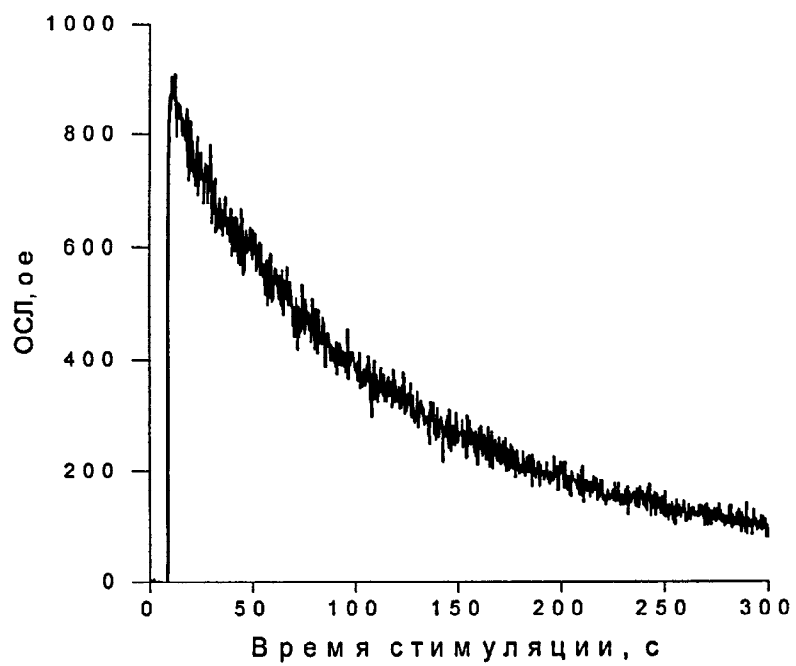
Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

---

**ММ4А** Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **24.03.2011**

Дата публикации: **27.01.2012**

---

**RU 2 399 928 C1**

**RU 2 399 928 C1**